

技術解説

열처리설비의 자동화

- Batch 식 Hi-Shifter Furnace 를 중심으로 -

모영진

한국종합기계(주) 공업로 기술팀

1. 열처리 설비의 자동화

근년 지구 환경 문제가 세계적 규모로써 주목을 받고 있으며, 자원의 유효이용, RECYCLE에 있어서도 진지하게 토의되고 있다. 또한 경제문화의 발전과 더불어 모든 환경의 쾌적화가 요구되어 일본에서는 "3K"(더러움, 힘들음, 위험) 직장으로부터 해방이라고 하는 것이 커다란 THEME이며, 열처리의 현장도 마찬가지로 그 대상이 되고 있다.

여기에서는, 지구온실화, 오존층 파괴 등의 문제에 간략하게 언급하여 장래의 완전무인화공장의 제1보로 해서 열처리 설비의 자동화의 현상에 대해서 소개한다.

1.1. 지구 온실화 문제

그림 1은 HAWALL의 "마우나로아" 정상에서 측정

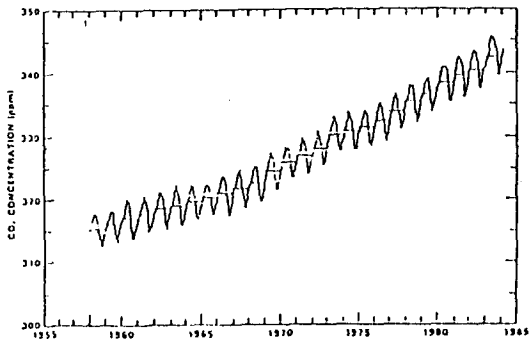


그림 1. 하이의 "마우나로아" 정상에서 측정된 탄산가스 농도의 시간변화.
계절변화의 폭이 거의 일정하다는 것에 주의.
출처 : 국제지국관측년(IGY)

된 탄산가스 농도의 경년변화로써 매년마다 확실히 증가하고 있다. 공기중의 탄산가스 농도가 상승하면 그 보온효과에 의해 온실화(온실화)해서 극지(남극, 북극)의 빙하가 녹아 지구의 육지 면적이 감소하고 또한 이상 기상의 원인이 된다고 말해지고 있다.

그림 2에 지구상의 이산화탄소 CYCLE을 나타낸다. CO₂의 증가가 지구의 온실화(온실화)의 주원인이 되는가 아닌가는 반드시 명확하지는 않지만 그 최대의 발생 원인이 화석연료의 연소이며, 연소량을 감소시키는 성에너지는 지구 자원의 유효이용이라는 관점에서 진지하게 물두해야 할 문제이다.

열처리로에 있어서는 예를 들면 소입로에서는 연료발열량의 유효이용도는 70%이며 전열로의 경우 발전시의 그것이 35%전후이기 때문에 자원의 유효이용율은 연소로의 폭이 2배 높다고 말할 수 있다. 그림 3에 표시한 RUNNING COST도 이것을 잘 반영하고 있다.

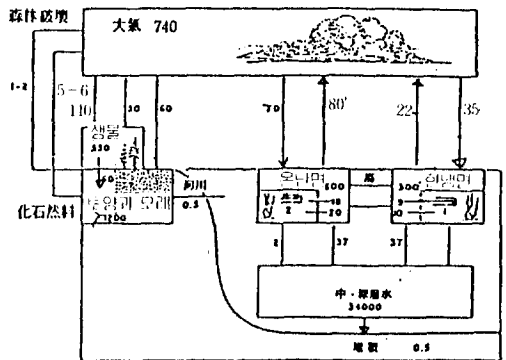


그림 2. 지구상의 이산화탄소(CO₂)

또한, 미국에서는 화석연료의 사용량을 감소하기 위해서 각 자동차회사마다 평균연비(gas/mile)를 1988년

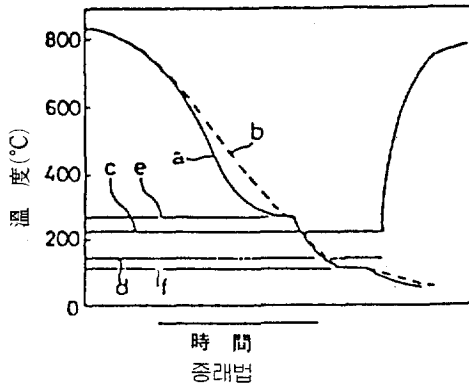
$$\text{GAS} : \frac{10,000\text{Kcal}}{9,750\text{Kcal}/\text{Nm}^3 \times 0.65} \times 260\text{W}/\text{Nm}^3 = 410\text{W}/\text{万 Kcal}$$

$$\text{전열} : \frac{10,000\text{Kcal}}{860\text{Kcal}/\text{kWh} \times 0.95} = 60\text{W}/\text{kWh}$$

$$= 734\text{W}/\text{万 Kcal}$$

(참고) 0.65 : 연소 효율
0.95 : 송진 효율
단, 가격 : 1989년도 기준임.

그림 3. RUNNING COST



e : 고온소입제온도
f : 저온소입제온도

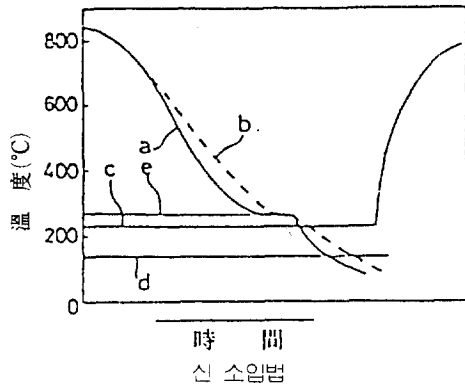


그림 4. a, b : 피처리물의 냉각곡선
c : 마르텐사이트 변태기시온도
e : 소입냉각제온도

실적보다 20-40% 삭감하도록 보도했다. CAFE 법안이 검토되고 있다. 이를 위해 지금 미, 일의 자동차 각사는 연비를 향상시킬 목적으로 차의 경량화에 필사적으로 강구하고 있으며 STEEL에서 A1, 플라스틱으로 재질변경을 병행해서 각 부품의 철저한 경량화에 몰두하고 있다.

열처리에 관해서는 경량화 = 고강도화가 필요하게 되며 또한 박육화(얇은)하는 것에 의해서 소입시 등에 변형이 쉽게 일어나기 때문에 변형이 적은 소입방법이 필요하게 된다(그림 4, 그림 5).

No.	項目	對 策	手 段
1	低燃費	數量} → 高強度 高出力}	1. Shot Peening 2. 粒界酸化低減 3. 浸炭 Pattern 制御
2	快適性	低騒音 → 定歪	1. 均一侵炭・焼入 2. 單品焼入 3. Salt 焼入 4. 2段焼入
3	個性化	多種少量生産 → Just in Time	1. Fiexible 連續侵炭爐 (Roller Hearth 爐他) 2. Hi-Shifter 爐群管理 3. In-Line 熱處理爐 (單品處理爐)

그림 5. 승용차에 대한 NEEDS(열처리)

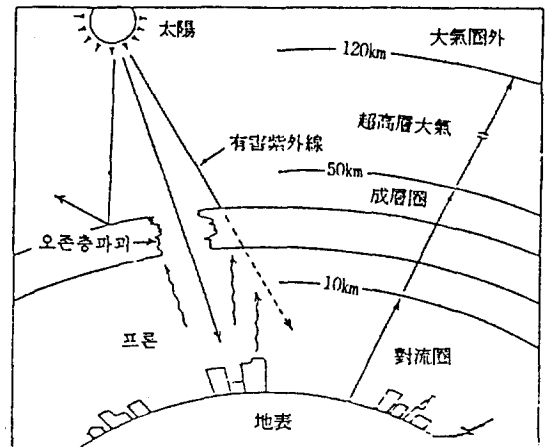


그림 6. 성층권의 오존층

1.2. 오존층 파괴

그림 6에 나타난 바와 같이 지표에 방출된 프론(FLUOROCARBON)은 극히 안정한 물질로써 오존층에 도달함으로써 태양광에 의해 분해해서 C1 원자를 방출해서 오존(O₃)을 파괴한다. 오존층이 파괴됨에 따라서 유해한 자외선이 오존층에 흡수되지 않고 지표에 도달해서 피부암등을 유발한다.

1990년 6월에 런던에서 개최된 “몬트리올의 정서” 체결국 제2회 회의에서는 특정 프론(CFC)는 2000년에 1.1.1트리크로로에탄은 2005년에 전부 폐기하도록 결정했다(그림 7).

현재 열처리 전후의 세정제인 트리크로 에탄이 널리 쓰이고 있지만 그 대체 세정제 또는 세정방법의 개막이 급하게 되었다.

1.3. TOTAL FA SYSTEM

그림은 TOTAL FA SYSTEM의 기능의 일람을 표시한다. 각 계층마다에 실시 움직이는 내용은 광범위하고 수량이 있지만 이런 것들을 TOTAL SYSTEM으로 해서 유기적이고 효율좋은 조합으로 하는 것이 중요하다.

열처리 관계에서는 STATION 단계 및 CELL 단계가 많지만 이에 확립된 것도 있으며 현재는 AREA 공장 단계까지 확대해 가고 있다.

그림 9에 AREA, CELL의 개념을 나타낸다.

1.4. 열처리 설비의 조업 요소

열처리 설비의 작업자, 장치의 조업요소에는 이하의 항목으로 나누어진다.

이 가운데 이상사의 처치, 설비보전(MAINTAINACE), 재료검사 등을 빼놓고는 극력 자동화, 무인화하는 시도가 있으며 자동화가 곤란한 내용에 있어서는 다음 항에 실시 예에 표시한 바와 같이 고장진단, 보전 MONITOR 등이 현재 SYSTEM이 개발되어 벌써 실용화되어 있다.

1.4.1. OPERATOR의 작업내용

企 業	長期生産計劃, 需要豫測, 受注, 出荷管理, 資料計劃, 購買計劃, 收入·檢収計劃, 原價管理, 在庫管理, 販賣計劃
工 場	月次生産計劃, 原材料準備計劃, 技術情報管理, 品質管理, 豫定/實績對比, 原價管理, 豫算計劃, 要員計劃, 製造實施計劃, 實績收集, 在庫管理, 物流管理, 稼働管理, ENERGY管理, 保全計劃, SIMULATION
AREA	製造指圖管理(小日程計劃), 工程管理, 實績收集, 物流管理(入出荷搬送管理), 工程間進歩管理, 基準情報管理, 在庫管理, 稼働管理, 保全情報管理, 品質管理
CELL	工程內進歩管理, LINE管理, 稼働實績收集, 製造實績收集, LINE/監視(MONITOR), 品質實績收集, MANAGE管理, 保全情報收集, 入出庫(倉庫管理), 搬送管理, 作業指示, TRACKING處理, MAN MANAGE, 組立管理, 加工管理, 梱包管理
STATION	加工制御, 組立制御, 搬送制御, 自動倉庫制御, 梱包制御, 기타 MACHINE

그림 8. TOTAL FA SYSTEM의 기능 일람

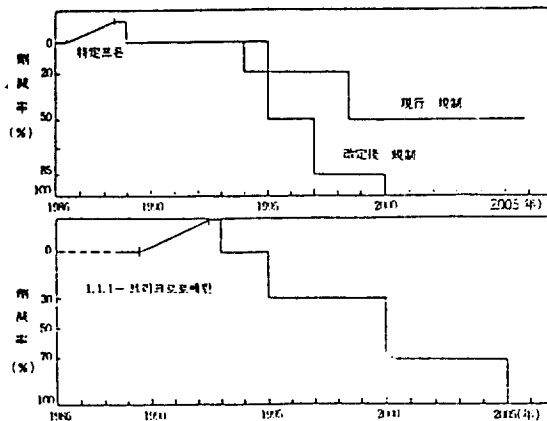


그림 7. 제2회 체결국 회의에서 채택된 삭감강화 안

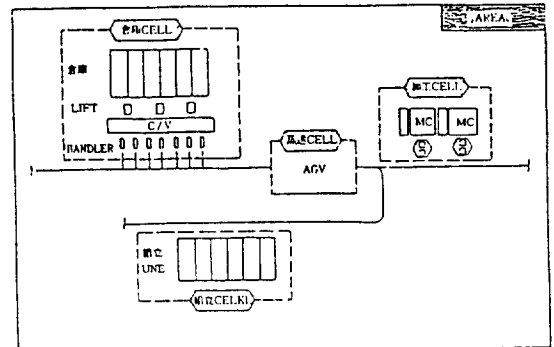


그림 9. CELL의 개념

- ① 열처리 재료의 수취
- ② 지구에의 SET 및 해체
- ③ 처리공정, 열처리 PATTERN 설정 기호에 의한 간소화
- ④ 반송
 - 장입, 추출까지의 자동화
- ⑤ 처리재 마다의 조업 기록
- ⑥ 일보 작성
- ⑦ 이상시의 처리
- ⑧ MAINTENANCE(소모품, 불량품의 교환)

1.4.2. 제어내용

- ① 온도 제어
 - 열처리 PATTERN 설정, 기억, 전송
- ② 분위기 조성
 - 탄소 농도 연산
- ③ 시간 제어
- ④ 반송 제어
 - 반송 경로 설정에 의한 전 자동화

1.4.3. 감시내용

- ① 온도, 분위기의 측정치, 설정치
TREND GRAPH
- ② 이상 경보
LIST 표시, 인자, 기억
- ③ 운전 상태
GRAPHIC 표시
- ④ 재료위치와 열처리 상태
TRACKING 표시

1.4.4. 품질관리 내용

- ① 측정치 기록(온도, CP, 시간)
- ② 재료 검사
- ③ 검사 성적

1.4.5. 이용의 효과

- ① 처리 DATA의 집계, 관리(시간 단축)
- ② 관련 설비와의 연동화
- ③ 과거 처리 DATA 검색
- ④ 성에너지화
- ⑤ 열처리의 효율화
- ⑥ 인위적 오조작의 경감

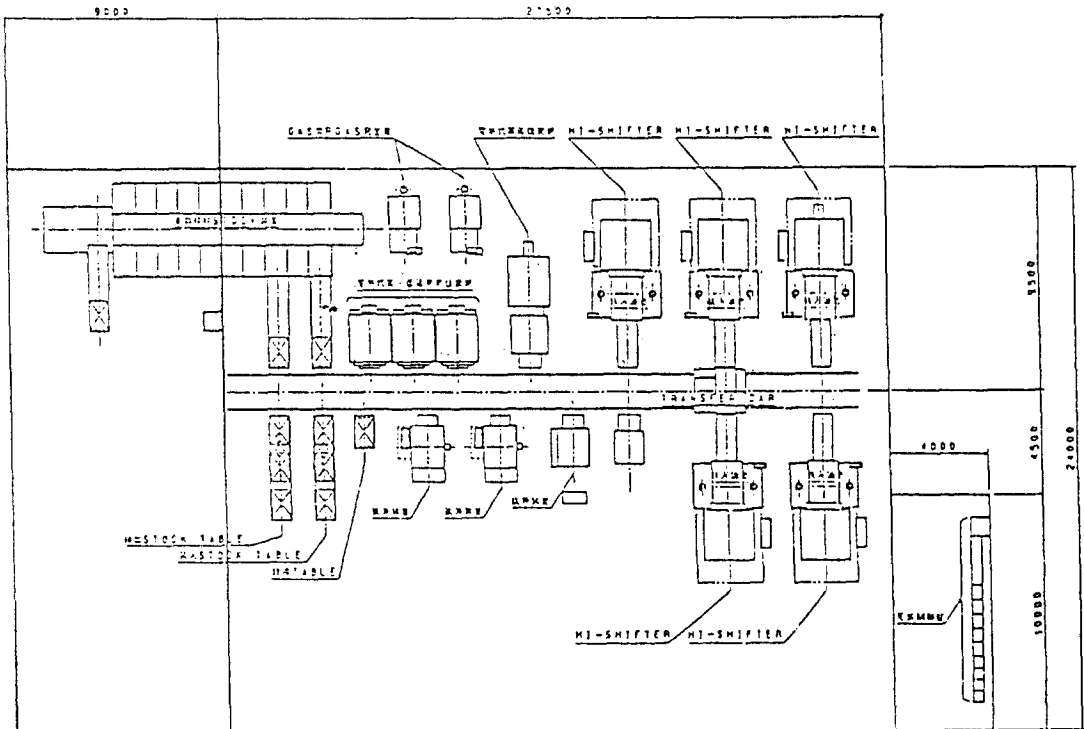


그림 10. HI-SHIFTER FURNACE 배치도

1.5. 자동화 SYSTEM의 실시 예

자동화 SYSTEM은 이미 BATCH식 침탄, 소입, 소려로 군(HI-SHIFTER FURNACE 군), 진공침탄 및 금형 소입, 소려로 군, 연속 가스침탄로 등에서 수없이 채용되고 있다.

그림 10은 HI-SHIFTER로 군의 일례를 표시한 것으로써 다음의 각 장치로써 구성되어 있다.

- ① 자동 창고(10열 × 2행 × 4단 = 80TRAY)
- ② HI-SHIFTER형 침탄소입로 × 5기
- ③ 고온 소려로 × 1기
- ④ 고·저온 겸용 소려로 × 3기

- ⑤ 전, 후 세정장치 × 2기
- ⑥ RX 가스 발생기 × 2기
- ⑦ 상기 각 단체의 제어반 × 1식
- ⑧ 설비 전체의 반송 제어 SYSTEM × 1식
- ⑨ 생산, 보전 관리 SYSTEM × 1식

그림 11은 이 설비의 중심으로 마련된 HI-SHIFTER로이며, 그림 12는 랙빌방식의 자동창고를 나타낸다.

이 그림의 경우는 15열 × 2행 × 4단 = 120TRAY의 STOCK가 가능하며 중앙에 설치된 1대의 STOCK CAR CRANE으로 자동적으로 TRAY의 입고, 출고를

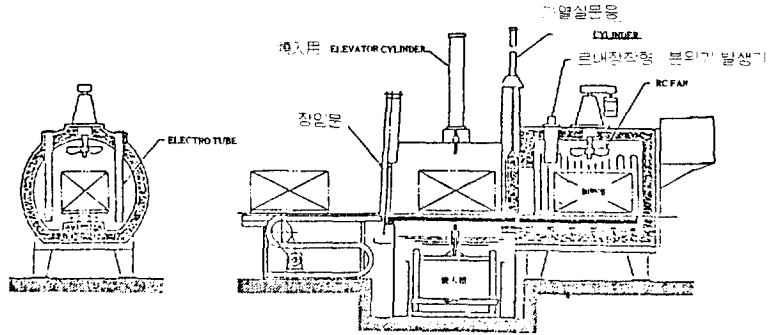


그림 11. HI-SHIFTER FURNACE

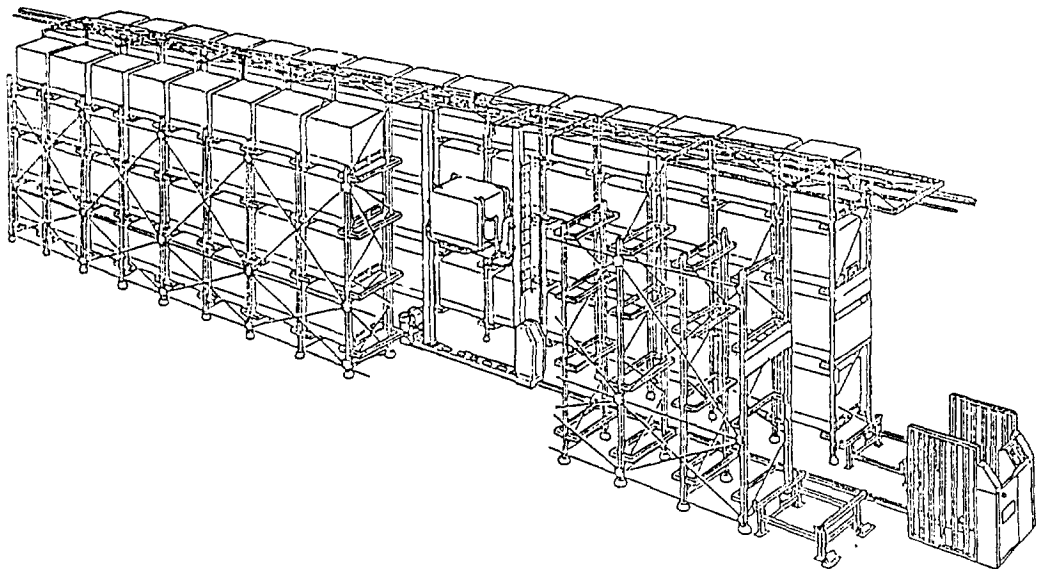


그림 12. 랙빌방식 자동창고 예

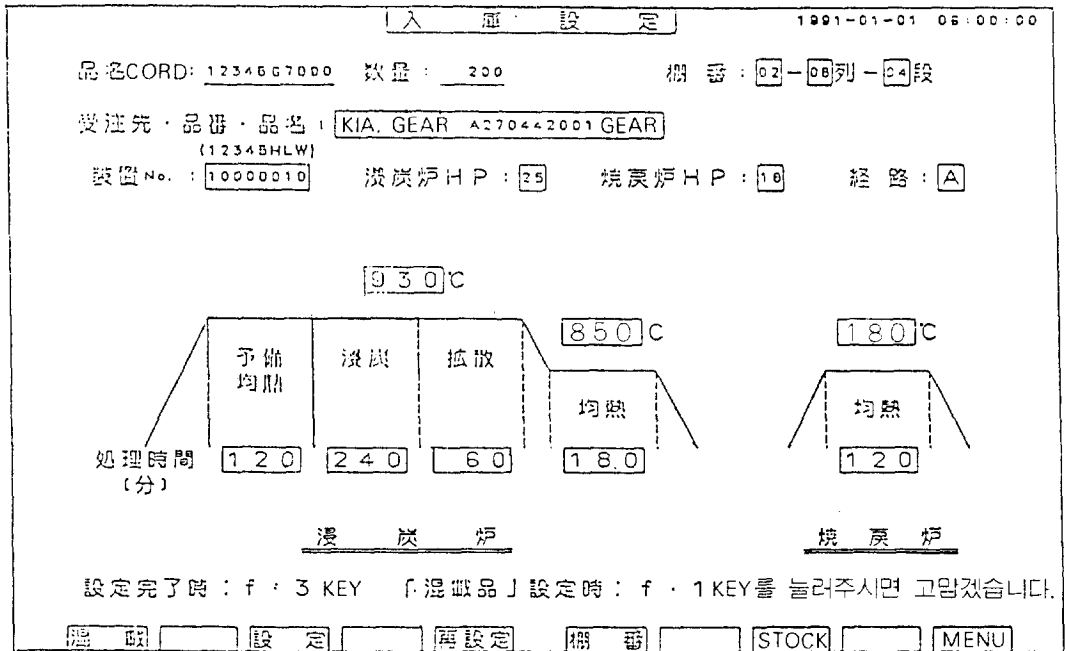


그림 13. 자동참고 CRT 화면

한다.

그림 13에 이 자동 참고에서의 입고 설정을 위한 CRT 화면을 나타낸다. 이 화면은 DATA 초기 설정을 위한 것이고 한번 본 화면의 DATA 를 등록해 놓고 다음회 부터는 품명 CODE 만을 입력하면 그 밖의 전 DATA 가 PERSONAL COMPUTER 에 의해 자동적으로 입력된다. 하나의 TRAY 에 다른 처리품을 혼합 적재하는 경우도 품명 CODE 와 수량을 입력하는 것만으로 자동입력 처리된다.

이와 같이 입고시에 처리 DATA 를 등록하고 있다면 입고 순서에 따라서 열처리되어 다시 이 자동 참고에 입고되어 필요한 때에 제품 출고가 가능하다.

이렇기 때문에 야간, 토요일, 일요일의 무인운전도 용이하다.

특별히 급한 물건의 경우는 장입 STOCK TABLE 에 적재해서 DATA 입력하면 끼어 들어가 처리되어 열처리 완료후 추출 TABLE 에 나온다.

그림 14는 생산 관리 SYSTEM 의 외관이며 그림 15~17은 CRT 에 표시되는 MENU 화면 및 각각의 화면의 예를 나타낸다.

자동 참고 입고시에 입력된 TRAY 마다 처리 DATA

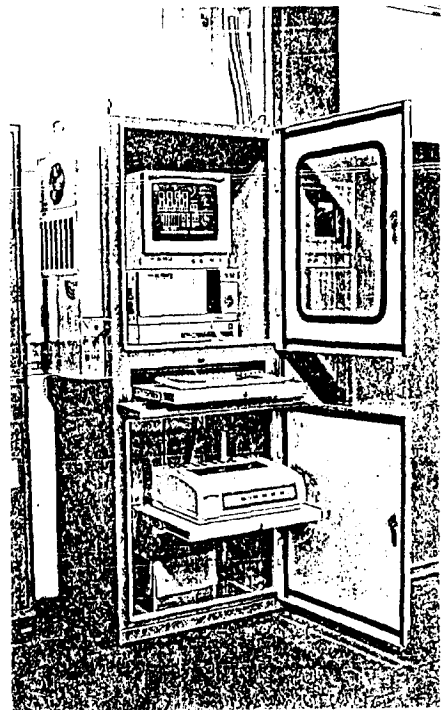


그림 14. 생산관리 SYSTEM

M E N U
1991. 11. 11. 11: 11: 11

f · 1	材料 TRACKING 管理
f · 2	日報 明細 表示
f · 3	溫 度 管 理
f · 4	釜報 (稼働) CHECK
f · 5	故 障 診 断

f · 6	保 全 MONITOR
f · 7	日 報 管 理
f · 8	月 報 管 理
f · 9	自 動 DATA 管 理
f · 10	CARD 登 録

처리를 선택해 주시면 고맙겠습니다.

材 料 明 細 溫 度 釜 報 故 障
保 全 日 報 月 報 自 動 登 録

그림 15. 생산관리 SYSTEM MENU 화면

保 全 MONITOR
91-02-01 09:00:00

炉 選 択
1 2 A
1 2 B

記号	種 別
H	耐 熱 鉤
B	B E A R I N G
V	B E L T
P	P A C K I N G
D	油 壓 裝 置
O	기 타
C	清 掃

처리를 선택해 주시면 고맙겠습니다.
(OK이면 복귀 KEY를 눌러 주십시오.)

1 2 A 1 2 B ↑ ↓ [] [] [] [] [] 메뉴

그림 16. 보전 MONITOR 화면

1 2 A 保 全 MONITOR		91-02-01 09:00:00 [1]			
No.	項 目	予 定 日	取 換 日	取 換 日	取 換 日
H- 1	No. ROLLER	96-02-01			
H- 2	No. ↑	96-02-01			
H- 3	No. ↑	96-02-01			
H- 4	No. ↑	96-02-01			
H- 5	No. ↑	96-02-01			
H- 6	No. ↑	96-02-01			
H- 7	No. ↑	96-02-01			
H- 8	No. ↑	96-02-01			
H- 9	No. ↑	96-02-01			
H- 10	No. ↑	96-02-01			
H- 11	No. ↑	96-02-01			
H- 12	No. ↑	96-02-01			
H- 13	No. ↑	96-02-01			
H- 14	No. ↑	96-02-01			
H- 15	No. ↑	96-02-01			

처리를 선택해 주시면 고맙겠습니다.

그림 17. 부품 교체 기록 화면

는 자동 창고에 제어 PERSONAL COMPUTER 열로부터 이쪽으로 전송되어 생산관리 SYSTEM 이 장치간의 TRAY 반송제어 및 각로에의 처리 PATTERN 의 지시를 행하는 처리 DATA 를 관리, 집계한다.

일본 명세표시에는 처리 후의 재료검사 결과도 기록 가능하며, 고장 진단에서는 각 고장내용, 발생시간의 기록과 함께 고장 발생시의 추정원인, 조사방법, 처치방법 등의 MANUAL 의 표시도 이루어진다.

보전 MONITOR 에 있어서는 각종 부품중 교체시기의 가까운 것부터 순서적으로 표시하며 계획보전의 일보를 함과 동시에 교체시기 망각에 의한 돌발사고의 발생을 예방한다.

또한 각 부품마다의 교체일을 기억 표시 가능하고 사용실적에 바탕으로 한 각 USER 독자적의 교체기간의 설정을 행하는 것도 할 수 있다.

모든 DATA 는 HARD COPY 로써 인자 기록 가능함과 동시에 FLOPY DISK 에 영구 보존하는 것도 가능하다.

2. 결 론

최근의 환경문제는 세계적 규모로 물두되어 오고 있는 이때 열처리에 관련되는 내용도 많다. 이미 구체적 수치, 한정된 시기에서 대책의 실시가 결정된 것도 있다.

열처리를 담당하는 사람은 이런 점을 잘 이해해서 대응할 필요가 있다.

엄격한 작업환경으로부터 작업자를 개방해서 안정된 품질의 제품을 생산하기 위해서 설비의 자동화는 불가피하다. 금회는 열처리 AREA 의 자동화의 예를 소개했지만 전후 공정인 기계가공 AREA, 조립 AREA 와의 사이를 무인반송차로 매듭하여 보다 넓은 FA SYSTEM 를 구축하도록 하는 시도도 활발하다.

가까운 장래에 열처리 공장내에서도 신 3K 의 완전 무인화 공장도 실현될 날이 곧 이루어지리라 믿는다.

지구 환경 보전을 위해 열처리 관련업체 및 열처리 기술자가 합심하여 해결해야 될 과제라 보며 계속 연구해야 할 것이다.